中華農業氣象 (Chinese J. Agromet.) 8 : 101 - 108, 2001

研究報告(Original Paper)

# 不同期作簡易設施微氣象因子對葉菜甘藷生產之影響

利幸貞[1] 李炳和[2] 陳一心[1] 廖志翔[2]

[1] 嘉義農業試驗分所 [2] 交通部中央氣象局

## 摘 要

不同植期簡易設施栽培處理之微氣象因子包括溫度及日射量均有顯著差異。設施處理下葉菜甘藷產量性狀之鮮重及芽梢數顯著受溫度影響，而品質性狀包括芽梢長度及葉面積顯著受溫度及日射量影響且交感效應顯著。應用設施改善栽培環境內微氣象將可達到增產與提高品質的目的。雖然冬季產期可利用設施處理增高栽植環境之溫度能提高葉菜甘藷產量，但爲配合夏季蔬菜的調節，葉菜甘藷插植時期是以春季期間較適宜，利用綠色遮光網網室改善栽培環境之微氣象，其產量及品質均優於開放式透明塑膠布處理與露天栽培，對生產者而言是較有經濟利益的設施選擇。

關鍵字：葉菜甘藷、微氣象因子、簡易設施栽培。

# Effects of the Micro-climatic Factors on Protective Cultivation in Crop Season for the Production of Leafy Sweet Potato

Hsin-Chen Lee[1], Bing-Her Lee[2], Yi-Hsin Chen[1] and Chih-Shiang Liao[2] ([1] Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC; [2] Central Weather Bureau, Ministry of Transportation and Communication Taipei, ROC.)

**ABSTRACT**：The micro-climatic factors include temperature and solar radiation are significantly different on the protective cultivation in crop season. According to the result of repeat measurement analysis, the temperature is a major factor to effect fresh weight and bud number of the quantity characters of leafy sweet potato. Otherwise the quality characters of leafy sweet potato such as leaf area and bud length are influenced by temperature and solar radiation , there are interaction significantly. For fitting the adjustment of summer vegetable production, the suitable crop season of leafy sweet potato is in spring. Using the net house treatment to increase the yield and quantity better than the treatment with plastic screen and open field, it's the more economic profitable choice for the producer.

**Key words:** Leafy sweet potato, Micro-climatic factor, Protective cultivation.

## 前 言

露天栽培之葉菜甘藷生育所需日數長短與鮮重生長速率均顯著受氣象因子影響，冬季植期低溫爲主要限制因子，夏季高溫則可促進地上部生長，縮短採收間隔日數。此外葉菜甘藷葉片與莖梗部分粗纖維含量易受溫度影響，葉片粗纖維會因高溫增加，莖梗部分粗纖維含量則受低溫影響而增加 (利, 1998)。林 (1995) 調查氣象因子與小白菜生育間之關係，結果顯示 7 月

本研究統計分析承本分所羅正宗博士協助，謹致謝忱。

份氣溫太高(平均28.3℃)或10月份氣溫過低(平均22.7℃)皆會導致產量下降。蔬菜因種類不同，生育上適合的光度亦有所差別，一般葉菜類多屬弱光(10 Klux以下)的作物，而在夏季露天環境下光強度可達40-50 klx，栽培時易受強光導致之高溫乾燥使葉部受到危害，植株節間縮短，組織質地粗糙及土壤水分不易保持等缺點，造成食用品質降低，因此宜利用遮光網作適當的遮光處理調節光度；但若遮光不當，使光度長期不足，亦會造成光合作用受抑制，產量降低(陳, 1985)。且若覆蓋質材使用不當，在高溫時易造成作物生育抑制，徒長軟弱，葉色差等缺點(村松 功, 1995)。葉菜甘藷因含豐富的營養(Villareal *et al*, 1982)且於夏季蔬菜供應失調時具有調節市場供需的功能，已成爲市場上極受歡迎的蔬菜(張, 1988)，本試驗於不同植期栽培葉菜甘藷，探討設施內溫度及日射量變化對葉菜甘藷產量及莖葉品質優劣的關係，評估利用設施生產葉菜甘藷之經濟效益，達到增加葉菜甘藷產量且提高品質之目的。

## 材料與方法

以葉菜甘藷台農71號爲試驗材料，分別於86年11月15日(冬植)及87年3月15日(春植)種植於嘉義農業試驗分所試驗田。田間設計採RCBD設計，四重複。設施處理分別爲(1).綠色遮光網(透光度約70%)網室(2).開放式透明塑膠布(透光度約75%)(3).露天(對照)三種，各處理內以畦長10公尺，畦寬0.8公尺，行株距20×25公分，三行植的方式種植。試驗田區於種植前施用牛糞堆肥10000 kg ha$^{-1}$爲基肥，並於每次採收後翌日施用硫酸銨10 g m$^{-2}$作爲追肥。以土壤水分張力計偵測土壤水分情形，使田間土壤水分張力維持在20 cbar以下，若土壤水分張力大於20 cbar，則進行灌水處理。

各處理區內設置氣象觀測儀器，自藷苗插植日起開始記錄，試驗期間觀測氣溫、日射量等微氣象資料，同時配合葉菜甘藷取樣的間隔日數讀取資料進行統計與分析。調查方法爲試驗田之中央設立支撐架，裝置氣象觀測儀器，其中氣溫係以通風式溫濕度計(Mp101A Rotronic., Swiss)，架設於距離地面50 cm高處。日射量係利用Li-200 (LI-COR INC., USA)之日射計(400～1100 nm)，設置高度距離地面約1.5 m處。所有蒐集得到的氣象資料均傳送至資料處理器(CR10，Campbell scientific INC., USA)內，每分鐘偵測一次，每小時記錄一次；每24小時進行累計及平均。

葉菜甘藷產量調查是以植株生長到距離地面25～30 cm時開始第一次採收，以後每隔14天採收一次。採收部位爲枝蔓頂部含展開葉3～4片的幼嫩芽梢，稱其鮮重(g m$^{-2}$)，每畦取樣面積0.8 m$^2$ (1 m×0.8 m)。除了計算其總芽梢數外，並於每重複中逢機取5支芽梢，紀錄各芽梢性狀包括長度、葉面積大小。利用SAS統計分析軟體進行資料處理與分析，以PRCO GLM之repeat measurement分析方法，進行葉菜甘藷產量及芽梢品質性狀在綠色遮光網及開放式透明塑膠布處理與露天環境下不同採摘次數間之差異的變方分析。

## 結果與討論

表1爲綠色遮光網網室，開放式透明塑膠布及露天處理之溫度及日射量變方分析，冬、春兩植期與簡易設施處理之微氣象因子包括溫度及日射量均有顯著差異，但交感作用不顯著，應用設施改善葉菜甘藷栽培環境之微氣象將可達到增產與提高品質的目的。露天栽培之葉菜甘藷由插植至第一次採收所需生育日數長短與鮮重生長速率均顯著受氣象因子影響，冬季低溫爲主要限制因子；冬植之葉菜甘藷生長遲

Table 1. The effects of crop season and Protective cultivation on temperature and solar radiation.

| Source of variable | df | Sum of square | Mean square | F value |
|---|---|---|---|---|
| | | | Mean temperature | |
| Crop season (CS) | 1 | 1371.5 | 1371.5 | 80.90** |
| Treatment (T) | 2 | 29.5 | 14.8 | 0.87 |
| CS * T | 2 | 0.8 | 0.4 | 0.02 |
| | | | Solar radiation | |
| Crop season (CS) | 1 | 419.4 | 419.4 | 39.23** |
| Treatment (T) | 2 | 189.0 | 94.5 | 8.84** |
| CS * T | 2 | 0.6 | 0.3 | 0.03 |

緩,初春種植則其達到第一次採收所需日數較冬季植期有明顯縮短 16 至 18 天 (利、1998)。比較冬季植期 (86.11.15) 插植之葉菜甘藷其生長量達到第一次採收 (87.1.13) 需 60 日，期間綠色遮光網網室內之日平均溫為 20.70℃，平均日射量為 8.91MJ $m^{-2}$、開放式透明塑膠布內日平均溫為 20.48℃、平均日射量為 9.03MJ $m^{-2}$，露天環境下日平均溫為 19.99℃，平均日射量為 12.07MJ $m^{-2}$。春季植期 (87.3.15) 插植葉菜甘藷生長量達到第一次採收可提早 20 日 (87.4.24)，期間綠色遮光網網室內之日平均溫為 24.91℃，平均日射量為 12.27MJ $m^{-2}$，開放式透明塑膠布內日平均溫為 25.09℃，平均日射量為 13.37MJ $m^{-2}$，露天環境下日平均溫為24.29℃，平均日射量為 14.90MJ $m^{-2}$。設施及露天栽培在春植時期均較冬植時期提早產期。

葉菜甘藷之芽梢數目與芽梢重量是評估產量的重要因子 (Ona *et al.*, 1991)。利用重複觀測分析法 (repeat measurement) 進行之統計分析，結果顯示葉菜甘藷產量性狀之鮮重 (g $m^{-2}$) 及芽梢數 (bud $m^{-2}$) 與品質性狀包括芽梢長度 (cm $bud^{-1}$) 及葉面積 ($cm^2$ $m^{-2}$) 在期作和設施處理間有極顯著差異且兩者間交感效應顯著，各採收次數間亦呈極顯著差異 (表 2、表 3)。兩期作冬植期間自 86 年 11 月 15 日插植至 87 年 7 月 28 日止共採收 15 次；春植期間自 87 年 3 月 15 日插植至 87 年 8 月 28 日止共採收 10 次；觀測露天栽培環境於一月中旬至二月上旬日平均溫仍低於 16℃，三月中旬露天栽培環境溫度開始升高達到 20℃，自四月中旬後逐漸升高至 25℃ 以上，根據利 (1998) 試驗結果顯示，對葉菜甘藷地上部生長速率之標準淨回歸係數比較，氣溫的影響最為顯著，而且冬季植期的低溫是主要的限制因子。葉菜甘藷冬季植期自第一次採收 (87.1.13) 至第九次採收 (87.5.5) 以開放式透明塑膠布處理 (平均鮮重 800.8 g $m^{-2}$ 及芽梢數 161bud $m^{-2}$) 產量高於綠色遮光網網室處理 (平均鮮重 736.6 g $m^{-2}$ 及芽梢數 159bud $m^{-2}$)，以露天栽培產量最低 (平均鮮重 573.2 g $m^{-2}$ 及芽梢數 146bud $m^{-2}$)，利用設施處理較露天栽培環境在冬季低溫植期具保溫效果。而五月上旬開始葉菜甘藷的產季進入高溫期，觀測春季植期自第二次採收 (87.5.8) 露天栽培環境下日平均溫為 26.40℃，平均日射量為 12.75 MJ $m^{-2}$，綠色遮光網網室內之日平均溫為 27.24℃，平均日射量為 10.76MJ $m^{-2}$，開放式透明塑膠布內日平均溫為 27.46℃，平均日射量為 11.34MJ $m^{-2}$、冬季植期第 10 次採收 (87.5.19) 露天栽培環境下日平均溫為 27.15℃，平均日射量為 16.73MJ $m^{-2}$，綠色遮光網網室內之日平均溫為 27.98℃，平均日射量為 14.39MJ $m^{-2}$，

Table 2. The effects of protective cultivation and harvesting time on the quantity of leafy sweet potato.

| Source of variable | df | Sum of square | Mean square | F value |
|---|---|---|---|---|
| | | Fresh weight | | |
| Crop season (cs) | 1 | 1357152 | 1357152 | 281.6** |
| Treatment (tt) | 2 | 769716 | 384858 | 79.8** |
| cs * tt | 2 | 458453 | 229226 | 47.6** |
| Error | 12 | 57826 | 4818 | |
| Time | 9 | 1636159 | 181795 | 46.5** |
| Time * cs | 9 | 3469109 | 385456 | 98.5** |
| Time * tt | 18 | 365855 | 20325 | 5.2** |
| Time * cs * tt | 18 | 1019783 | 56654 | 14.5** |
| Error (time) | 108 | 422714 | 3914 | |
| | | Bud number | | |
| Crop season (cs) | 1 | 35.56 | 35.56 | 32.74** |
| Treatment (tt) | 2 | 178.38 | 89.19 | 82.12** |
| cs * tt | 2 | 68.14 | 34.07 | 31.37** |
| Error | 12 | 13.03 | 1.09 | |
| Time | 9 | 548.55 | 60.95 | 94.43** |
| Time * cs | 9 | 374.60 | 41.62 | 64.49** |
| Time * tt | 18 | 63.86 | 3.54 | 5.50** |
| Time * cs * tt | 18 | 68.36 | 3.80 | 5.88** |
| Error (time) | 108 | 69.71 | 0.65 | |

開放式透明塑膠布內日平均溫為 28.27℃，平均日射量為 14.92MJ $m^{-2}$，而生產期進入七月開始露天栽培環境下日平均氣溫逐漸升高，自六月下旬冬季植期第13次採收(87.6.25)露天栽培環境下日平均溫為 29.78℃，平均日射量為 16.92MJ $m^{-2}$，綠色遮光網網室內之日平均溫為30.56℃，平均日射量為 14.53MJ $m^{-2}$，開放式透明塑膠布內日平均溫為 30.57℃，平均日射量為 15.55MJ $m^{-2}$，春季植期第 6 次採收 (87.7.1) 露天栽培環境下日平均溫為 29.84℃，平均日射量為 17.20MJ $m^{-2}$，綠色遮光網網室內之日平均溫為 30.82℃，平均日射量為 15.19MJ $m^{-2}$，開放式透明塑膠布內日平均溫為 30.59℃，平均日射量為 16.14MJ $m^{-2}$。調查進入高溫期的五月冬春兩植期設施處理之產量比較，在冬季植期第十次至第十五次採收(87.5.9 至 87.7.28) 的生產期以綠色遮光網網室處理 (平均鮮重 619.2 g $m^{-2}$ 及芽梢數 140bud $m^{-2}$) 優於開放式透明塑膠布(平均 379.4 g $m^{-2}$ 及芽梢數 111bud $m^{-2}$) 處理。而春季植期自 4 月 24 日開始採收至 8 月 28 日共採收十次，以綠色遮光網網室處理 (平均 676.1 g $m^{-2}$ 及芽梢數 104bud $m^{-2}$) 產量明顯最高，其次為開放式透明塑膠布 (平均 501.5 g $m^{-2}$ 及芽梢數 99bud $m^{-2}$) 處理，以露天處理 (平均 475.7 g $m^{-2}$ 及芽梢數 85bud $m^{-2}$) 最低。

圖 1 為氣象因子影響葉菜甘藷產量性狀之反應曲面圖，隨著日射量增高鮮重及芽梢數呈直線增加，而溫度效應則是呈二次曲線效應，且溫度與日射量之間無交感作用。當溫度達 26.8℃ 葉菜甘藷的鮮重產量最高，溫度在 21.41℃ 時芽梢數量最多；不論是冬季或春季植期，在五月的產季設

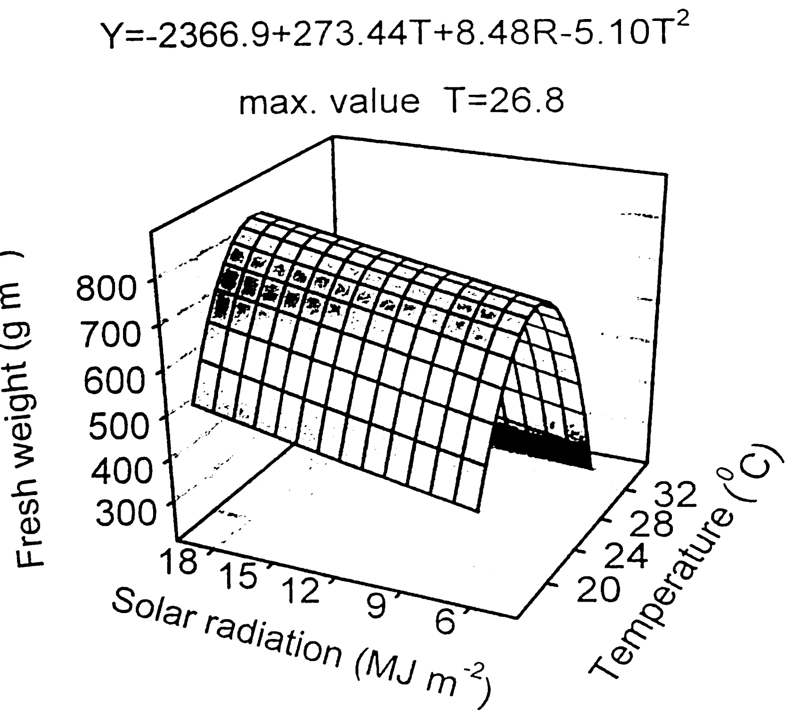
Table 3. The effects of protective cultivation and harvesting time on the quality of leafy sweet potato.

| Source of variable | df | Sum of square | Mean square | F value |
|---|---|---|---|---|
| | | Leaf area | | |
| Crop season (cs) | 1 | 67612 | 67612 | 28.5** |
| Treatment (tt) | 2 | 496107 | 248054 | 104.4** |
| cs * tt | 2 | 217076 | 108538 | 45.7** |
| Error | 12 | 28507 | 2376 | |
| Time | 9 | 2984236 | 331581 | 107.4** |
| Time * cs | 9 | 651896 | 72432 | 23.5** |
| Time * tt | 18 | 217728 | 12096 | 3.9** |
| Time * cs * tt | 18 | 421917 | 23439 | 7.6** |
| Error (time) | 108 | 333548 | 3088 | |
| | | Bud length | | |
| Crop season (cs) | 1 | 117351 | 117351 | 508.7** |
| Treatment (tt) | 2 | 4227 | 2114 | 9.2** |
| cs * tt | 2 | 5393 | 2697 | 11.7** |
| Error | 12 | 2768 | 231 | |
| Time | 9 | 101152 | 11239 | 95.1** |
| Time * cs | 9 | 83411 | 9267 | 78.4** |
| Time * tt | 18 | 8819 | 490 | 4.2** |
| Time * cs * tt | 18 | 17844 | 991 | 8.4** |
| Error (time) | 108 | 12762 | 118 | |

施處理與露天栽培環境日平均溫已達 27℃以上，此時對葉菜甘藷生長量而言不論冬植或春植自五月開始進入高溫生長環境，設施處理所具有的保溫效果已不若冬季植期重要。

圖 2 爲溫度及日射量影響葉菜甘藷品質性狀之反應曲面圖，呈二次曲線效應且交感效應顯著。較高溫度及日射量有利於芽梢長度的伸長，但葉面積在溫度達 25.31℃時日射量爲 10.53 MJ $m^{-2}$ 可得到最大葉面積。葉菜甘藷原產於熱帶美洲，在台灣春夏作生育期間高溫長日的氣象條件有利於地上部莖葉的生長 (李, 1985；1994)，當低溫的生長限制因子消失，日射量高低成爲影響葉菜甘藷莖葉品質的主要因子。在夏季露天環境高溫達 30℃ 以上時，利用設施處理其對蔬菜眞正的影響主要在於控制光線強度,利用遮蔭減低光照，可避免日燒，促進葉片品質幼嫩 (陳, 1985)，葉菜類作物在強光下或強光導致的高溫乾燥易造成蔬菜生產時葉部品質降低，組織質地較粗 (王, 1988)。葉菜甘藷生產期間露天環境自三月下旬平均日射量已高達 14 MJ $m^{-2}$ 以上且逐漸遞增，利用設施處理能有效降低日射量，試驗結果高溫時期又以綠色遮光網處理效果優於開放式透明塑膠布處理。

對甘藷品種而言地上部莖葉收量其葉面積指數 (LAI) 在冬作初期少，在植後 120 天達到最高 (李, 1981) 而葉菜甘藷冬季植期產量亦是在植後 100 至 120 天即四月下旬最高，至五月上旬開始莖葉產量遞減 (利, 1998)。冬季露天環境下栽培葉菜甘藷會因生長期間氣溫過低，植株延緩生長且產量低，雖然利用設施處理能改善冬季低溫的影響提高生產量，但觀察北部地區冬季利用透明塑膠布網室提高溫度生產葉菜甘藷



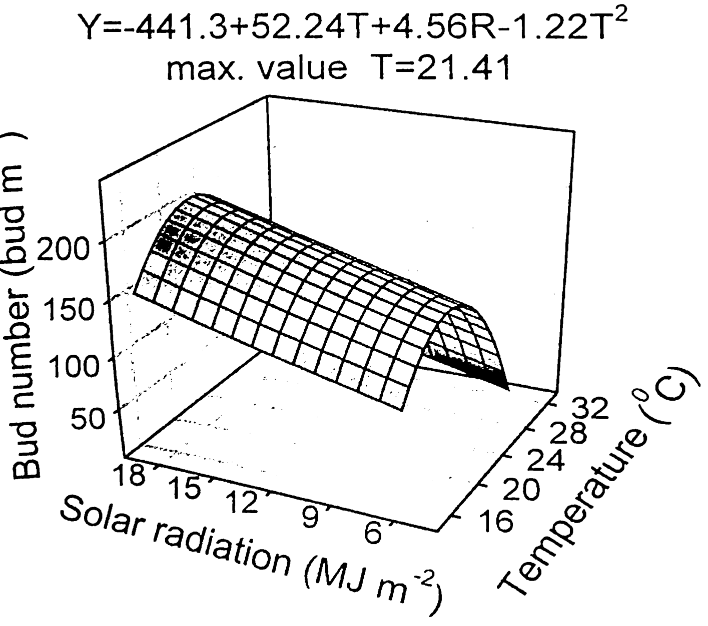




Fig. 1. The effects by temperature and solar radiation on the quantity of leafy sweet potato.

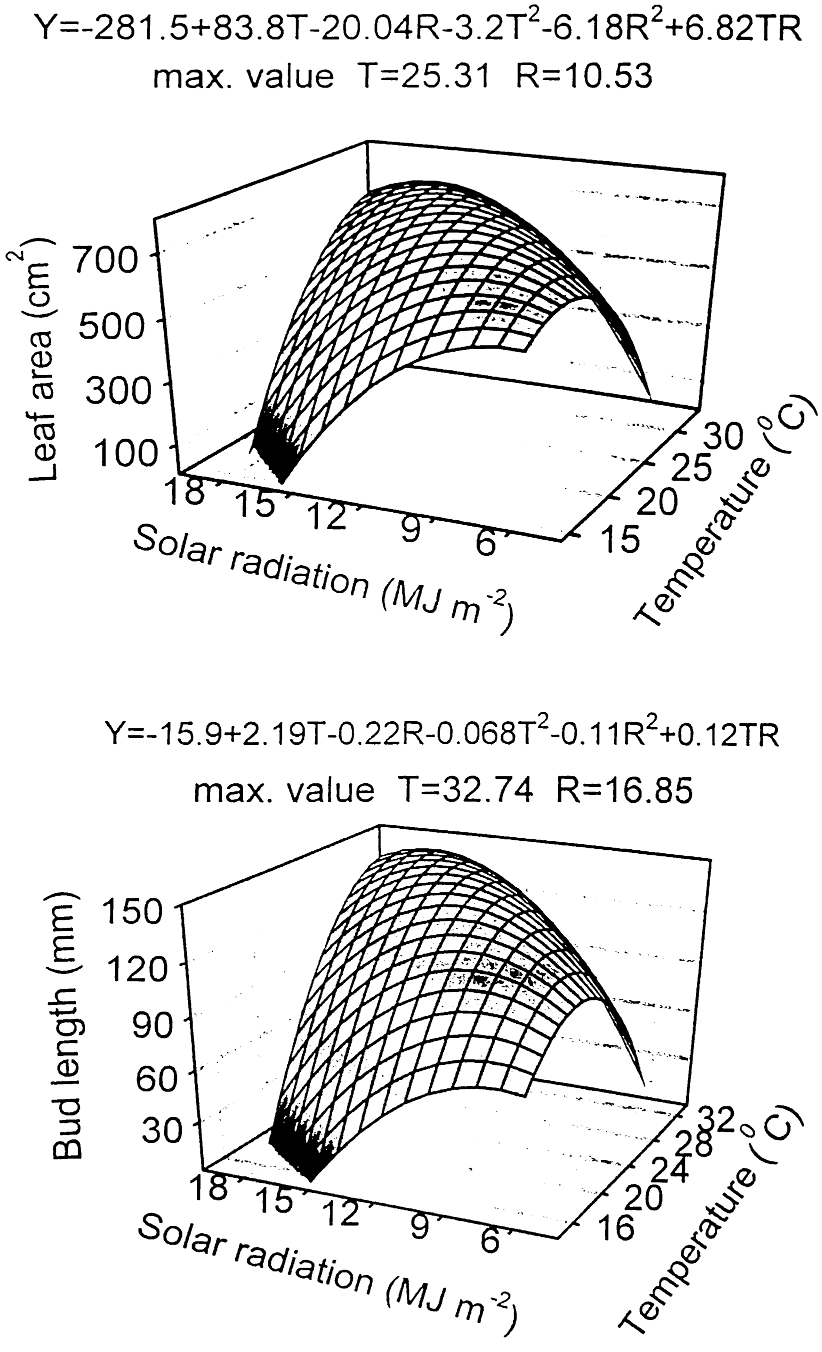



Fig. 2. The effects by temperature and solar radiation on the quality of leafy sweet potato.

卻因光照不足導致植株徒長，葉片含水分太高，風味變差，且於機械採收時葉片出現水浸狀降低品質，且在進入夏季蔬菜需求量大的 5 月開始植株已過了產量的高峰期，致使管理成本較高而減少經濟收益；因爲台灣南部地區爲調節夏季蔬菜的短缺 (林, 1985)，生產葉菜甘藷插植時期是以春季期間較適宜 (利, 1998)，而本試驗結果在高溫環境下配合綠色遮光網網室處理，其春植時期葉菜甘藷產量及芽梢品質均優於開放式透明塑膠布處理與露天栽培 (圖 3)，對生產者而言是較有經濟利益的設施選擇。

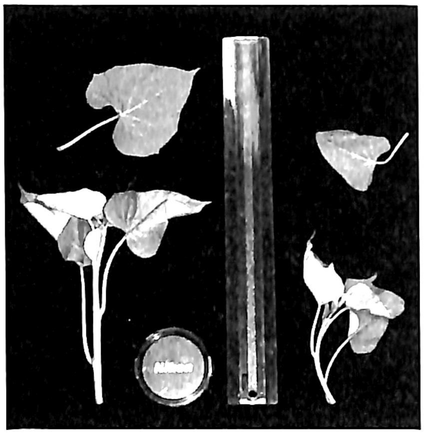


Fig. 3. Using the net house treatment to improve the quality of leafy sweet potato in summer. left：net house treatment；right：open field culture.

## 主要文獻

王鼎盛　1988　設施園藝設計手冊。行政院農業委員會補助，國立台灣大學農業工程學系農業設施研究室編印，199-217 頁。

李　良　1981　不同期作對甘藷生長收量及品質之影響。科學發展月刊 9(8):693-706。

李　良　1984　雜糧作物各論。III、根及莖類。PP.1327-1477 雜糧發展基金會。

利幸貞、李炳和、陳一心、劉復成　1998　季節性氣象因子變化對葉菜甘藷生育量之影響。中華農業氣象 5(2)：93-100。

林俊義　1985　台灣地區夏季蔬菜產銷概況。夏季蔬菜生產改進研討會專輯，3-8 頁，台灣省桃園區農業改良場編印。

林孟輝、許苑培、張學琨　1995　氣象因子對桃園地區小白菜生育之影響。中華農業氣象 2(3):121-128。

陳榮輝　1985　簡易覆蓋在夏季蔬菜栽培上之應用。夏季蔬菜生產改進研討會專輯，249-262 頁，台灣省桃園區農業改良場編印。

張粲如　1988　夏季蔬菜栽培技術現況與改進。中國園藝 34(3)：153-159。

村松　功　1995　軟弱野菜栽培 被覆資材利用效果。農藝及園藝 70(7):799-805。

Ona, C. L. and E. chujoy. 1991. Screening of sweet potato for leaf tips as vegetable. In:The potato and sweet potato in southeast asia and the pacific region. PP.194-203.Research results presented in aseries of working paper. CIP.

Villareal, R. L., S. C. Tsou., H. F. Lo. and S. C. Chiu. 1982 Sweet potato leaf tips as vegetable. In：R. L. Villareal and T. D. Griggs (eds). Sweet potato proceedings of the first nternational Symposium. P.313-320. Asian Vegetable Research and Development Center. Taiwan.